

## 【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 26-141  
補助事業名 平成26年度 mWオーダーの発電が可能な静電型マイクロ環境発電デバイス補助事業 補助事業  
補助事業者名 国立大学法人神戸大学工学研究科 助教 菅野公二

### 1 研究の概要

電極基板とニオブ酸リチウムを数マイクロメートルの間隔で対向させた構造において、高い表面電荷密度を有するニオブ酸リチウムをエレクトレットとして用いた新しい静電型マイクロ環境発電デバイスを提案・作製・評価した。構造を微細加工技術により作製し、提案した原理による発電を確認した。理論計算よりも小さな測定発電量は電気二重層のためであることを明らかにし、それを防ぐ手法および構造を見出した。

### 2 研究の目的と背景

本事業は、従来のマイクロWオーダーの発電能力であったマイクロ環境振動発電デバイスにおいてmWオーダーが可能な10平方センチメートルサイズの小型デバイスを創出することを目的とする。本事業ではエレクトレット材料の表面電荷向上のために新規な材料となるニオブ酸リチウムを利用する。そして静電容量変化向上のために電極間に高誘電率を有する液体を出し入れする新しい方式を提案する。本事業の実施によりmWオーダーの発電が可能となり、小型センサデバイスへの安定的・半永久的な電力供給を実現する。

安全・安心・省エネルギーな社会のために様々な場所に多数の小型センサを配置し計測結果を無線にて取得するセンサネットワークが注目されている。自動車等のタイヤ圧モニタリングや建築物強度モニタリング、温度・湿度・有害物質濃度等環境モニタリングのための小型センサを駆動させるために環境中の振動エネルギーを電力に変換するマイクロ環境発電デバイスが提案されている。しかし、現状のデバイスは発電能力が乏しく（マイクロWオーダー）、センサの種類や計測頻度が限られており、mWオーダーの発電が可能なデバイスが求められている。

これまでに申請者はデバイスの理論計算および構造設計を終了しており、デバイスの製作・評価を行うことによる本事業で提案するデバイスの実証試験を目的とする。初めのデバイス作製・評価に続き、課題抽出と再設計を行うことで理論計算により導出された10mWの発電量を達成目標とする。そして既存の電源管理回路（出力電圧制御回路）やセンサ、無線デバイスを組み合わせたシステムとしての評価を行うことで実用性を示す。

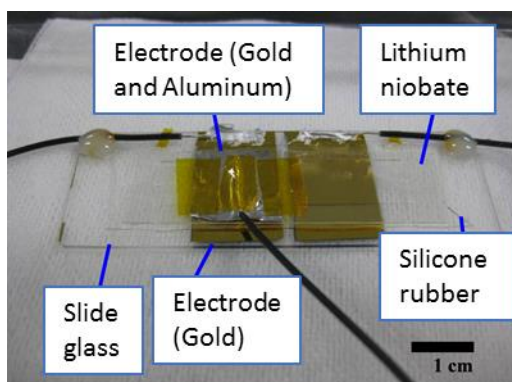


図1 作製した評価用簡易デバイス

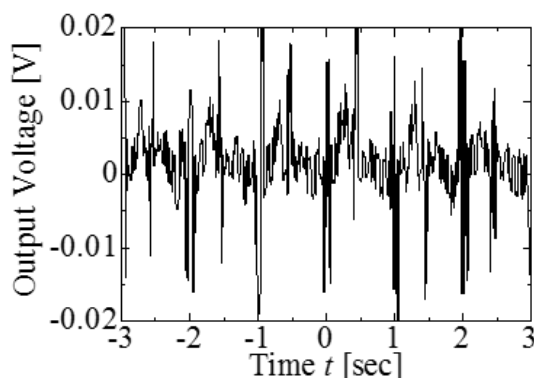


図2 発電特性評価結果

### 3 研究内容

mWオーダーの発電が可能な静電型マイクロ環境発電デバイスに関する研究

(<http://www.research.kobe-u.ac.jp/eng-isonolab/>)

#### ① 静電型マイクロ環境発電デバイスの作製

設計した静電型マイクロ環境発電デバイスを作製した。本デバイスは金電極が形成されたガラス基板とニオブ酸リチウム基板をマイクロメータのスペーサを介して接合した構造となる。基板間の空隙は流路となり、液体を導入または排液することができる。

以上の構造の特徴は、以下の2点である。(1) 従来の静電型で用いられてきたエレクトレット材料の表面電荷を高め性能の向上を実現するため、高い表面電荷量が得られるニオブ酸リチウム基板をエレクトレット材料として用いる。(2) 静電型ではエレクトレット材料と電極間の静電容量変化から誘導電荷により負荷抵抗に流れる電流を得る。従来ではエレクトレットと電極の間隔を振動から変化させて静電容量変化を得るが、その変化は小さい。本事業では、液体を狭い間隔に出し入れすることで電極間誘電率を変化させ大きな静電容量変化を得る新規な方式となる。

まず、理論的な計算値と実験値との比較による、提案手法妥当性の検証のため、基板間隔  $500\mu\text{m}$  の簡易的なデバイスを作製した (図1)。

#### ② デバイス性能評価

作製したデバイスの発電性能を評価した。まず、基板間 ( $500\mu\text{m}$  間隔) に注入した水を空気圧によって周期的に出し入れが可能であることを確認した。その時に発生する電圧をオシロスコープによって測定した。いくつかの配線方法により試験し、デバイスの特性を明らかにした。測定例を図2に示す。基板間隔が数マイクロメータではmWオーダーの発電が可能となるが、原理検証用デバイスとして基板間隔が大きいと、計算によって得られる発電量は  $290\text{nW}$  となった。簡易デバイスの実験結果は  $17\text{nW}$  となり、およそ17分の1となった。

#### ③ 問題点抽出・構造再設計

デバイスの性能評価によって得られた結果をもとに、問題点を抽出した。計算結果より発電量が小さい原因として、極性を持つ水によってニオブ酸リチウムの表面電荷密度が減少す

ると考察し、それを低減する液体および基板の表面構造を考案してデバイスの再設計を行った。

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

数多くのセンサや無線デバイスが製品化されている中で、本事業により実証試験されるmWオーダの発電デバイスが将来製品化されることで、多種類のセンサを搭載したセンサネットワークが実現される。たとえば温度や湿度センサ、消費電力が大きな有害物質センサと信号処理・無線通信デバイスに環境発電デバイスが組み合わされたシステムが実現され安全・安心・省エネルギーな社会に寄与することができる。

#### 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

以前の研究で培ってきたマイクロ流体デバイスと微細加工の知見をもとに研究を進めることができた。目標実現のための有用な知見が得られたため、今後の研究進展により実用化が期待される。現在、環境中の有害物質を検出するマイクロセンサやマイクロ加速度センサに関する研究を推進しており、今回の発電デバイスと統合したバッテリーレスセンサシステムの実現に向けて研究を進めていく予定である。

#### 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

該当無し

#### 7 補助事業に係る成果物

##### (1) 補助事業により作成したもの

研究成果報告書「平成26年度mWオーダの発電が可能な静電型マイクロ環境発電デバイス補助事業」 (<http://www.research.kobe-u.ac.jp/eng-isonolab/>)

##### (2) (1) 以外で当事業において作成したもの

該当無し

#### 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 神戸大学（コウベダイガク）

住所： 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1

申請者： 助教 菅野公二（スガノコウジ）

担当部署： 工学研究科機械工学専攻

（コウガクケンキュウカキカイコウガクセンコウ）

E-mail： sugano@mech.kobe-u.ac.jp

URL： <http://www.research.kobe-u.ac.jp/eng-isonolab/>